

Visione Artificiale nell'industria conciaria

Riuscire a scrivere un articolo che dia un degno resoconto dell'attuale stato dell'arte negli algoritmi di identificazione e classificazione dei difetti nell'industria conciaria è come cercare di creare un quadro a olio con una penna a sfera come pennello e un foglio di giornale come tela. Il quadro risulterà distorto, freddo e senza sfumature. Purtroppo però l'argomento risulta essere talmente vasto che probabilmente l'unica cosa che possiamo pensare di fare è uno schizzo indicativo che dia abbastanza strumenti al lettore interessato per approfondire gli argomenti trattati. Considerando i sistemi di visione come argomento noto entreremo da subito nel dettaglio del problema conciario.

■ Federico Squassoni, Michele Lanzetta - *Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione, Università di Pisa*
Costantino Raspi - *CGS s.a.s., Pisa*

Presupponendo che il lettore abbia più o meno chiara la struttura generale fondamentale dei sistemi di visione, si può giungere facilmente ad un assioma caratteristico di questi sistemi: niente può essere lasciato al caso, ogni aspetto deve essere curato nei minimi dettagli. Perfino la temperatura della telecamera⁽¹⁾ può fare la differenza. La particolare applicazione ai difetti in ambito conciario porta ulteriori complicazioni dovute alla natura biologica del materiale. Infatti né la superficie che si analizza né i difetti da cercare seguono delle regole geometriche o hanno caratteristiche definite. A questo riguardo esistono vari tipi di approccio e vari aspetti da curare ma nella maggior parte delle applicazioni i problemi più critici sono quelli del riconoscimento e della classificazione dei difetti. Il problema fondamentale dell'applicazione di sistemi autonomi nell'ambito conciario è che anche a livelli industriale si tratta di lavorazioni fortemente artigianali e compiute completamente manualmente. Il problema dell'introduzione dell'automazione si presenta non tanto per la fase operativa della lavorazione vera e propria (taglio, spostamento, assemblaggio e cucitura), che è puramente chimica (bagni, colorazioni, ecc..) o meccanica, ed in cui l'automazione può integrarsi quindi facilmente, essendo nata per questo, quanto per il fatto che in questi particolari processi, spesso composti

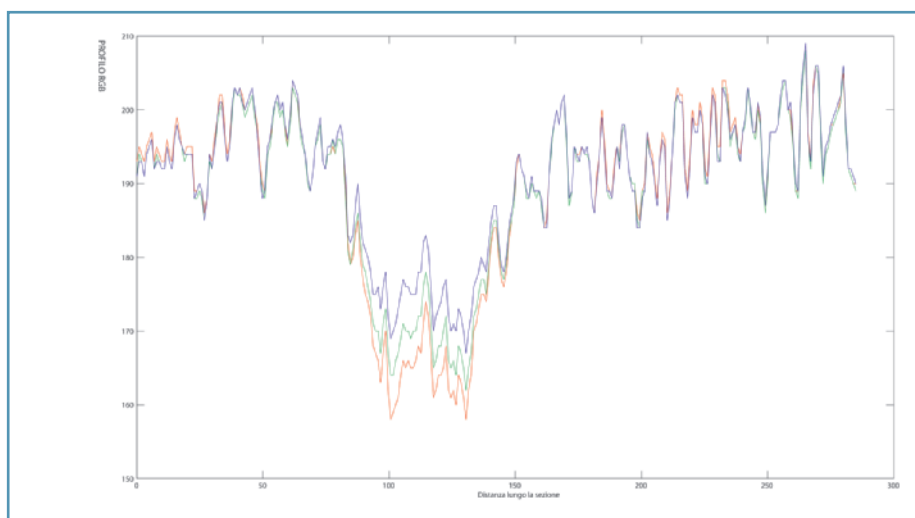


Figura 1a – Andamento del profilo sulle componenti R-G-B dell'immagine di una cicatrice in fase wet-blue.

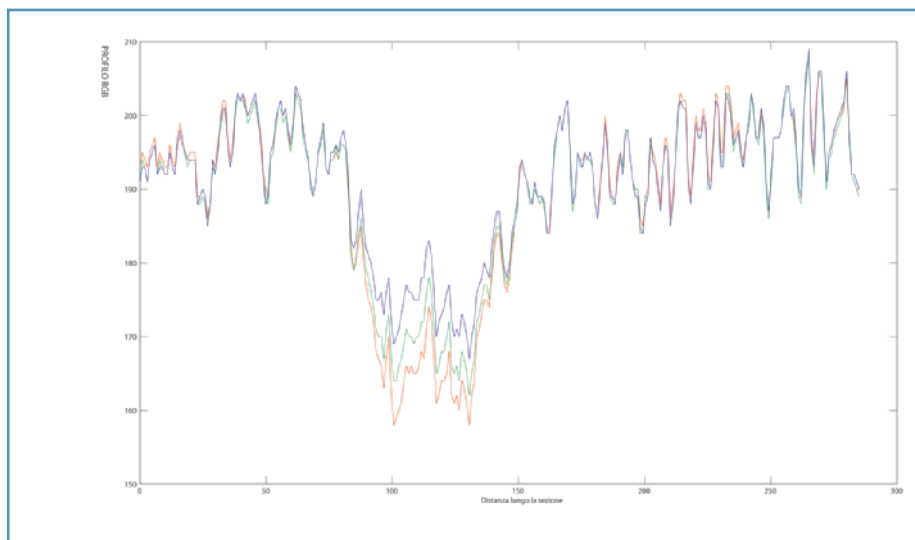


Figura 1b – Andamento del profilo sulle componenti R-G-B dell'immagine di un marchio a fuoco in fase wet-blue.

da numerose operazioni, il controllo qualitativo non occupa una fase vera e propria e soprattutto non ha dei criteri ben definiti, ma viene eseguito in maniera distribuita ad ogni fase dall'occhio esperto dei vari operatori. Per questo motivo è da considerare di fondamentale importanza il lavoro effettuato fianco a fianco con il personale di produzione poiché sta' alle capacità del progettista riuscire a tradurre in una serie di criteri applicativi le capacità derivanti da anni di esperienza in questo settore, che rappresentano il bagaglio culturale più importante da cui attingere.

Il difetto come Caratteristica

Non è infrequente parlando con chi è dell'ambiente (specie nell'ultima parte della catena del processo conciario), sentire definire il difetto come una "caratteristica", poiché in alcuni casi abbastanza particolari, un difetto non è un elemento da eliminare, ma rappresenta un pregio che fa guadagnare valore alla pelle. Qui ovviamente si entra nell'ambito fortemente soggettivo del "bello", ma questo dovrebbe rendere abbastanza chiaro il motivo per cui non basta capire se sia presente o meno un difetto per scartare una zona (come si fa in altri ambiti), ma anche capire che difetto sia, le sue dimensioni e le sue caratteristiche fondamentali.

Esempi applicativi

In letteratura esistono numerose pubblicazioni riguardanti applicazioni sia teoriche sia pratiche di sistemi di visione artificiale nell'ambito dell'industria conciaria, in cui gli autori hanno provato anche con successo ad affrontare in un modo o nell'altro il problema dell'individuazione dei difetti, al fine di rendere più efficiente una particolare fase. Nonostante ciò è estremamente difficile (ma non impossibile^{2,3,4}) trovare riportati negli articoli dettagli come il tipo di lampade o la marca e le caratteristiche delle ottiche utilizzate, che sono particolari che possono influenzare anche abbondantemente la ripetibilità di un esperimento e quindi l'affidabilità di un prototipo o degli stessi risultati. E' un argomento abbastanza documentato il taglio automatico e l'individuazione dei bordi nei quali in

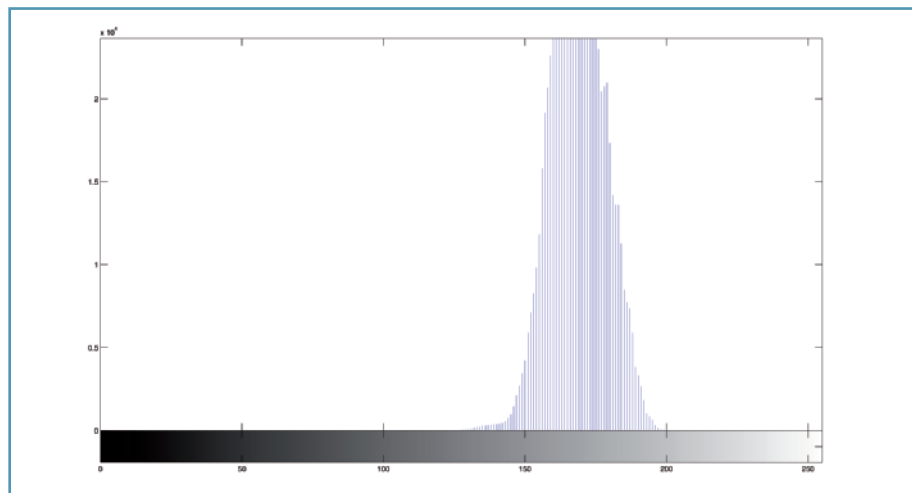


Figura 2a –Istogramma dei livelli di luminosità dell'immagine di una cicatrice.

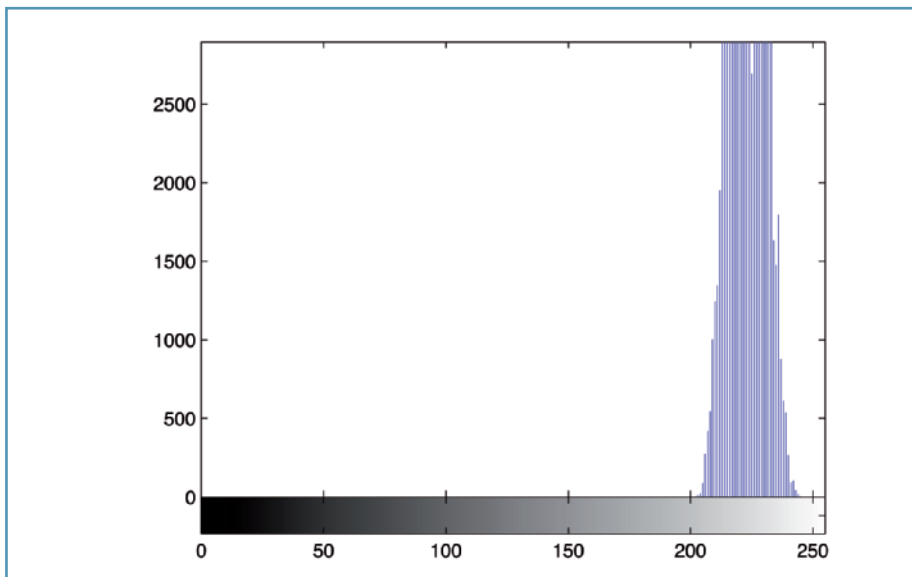


Figura 2b – Istogramma dei livelli di luminosità dell'immagine di un marchio a fuoco.

genere si utilizzano delle illuminazioni in controluce.

In⁽³⁾ si descrive il prototipo di un sistema di rifinitura del taglio dei bordi da inserire alla fine del processo di concia o all'inizio di quello di assemblaggio con una telecamera lineare, per avere una maggiore risoluzione e quindi entrare maggiormente nel dettaglio. Quello della risoluzione è un problema abbastanza importante, dato che la scelta deve orientarsi tenendo a mente due aspetti contrastanti:

- maggior definizione significa poter trovare difetti più piccoli, e quindi un lavoro di riconoscimento più accurato;
- maggior definizione significa avere quantità di dati maggiori da dover gestire, il che comporta una potenza di calcolo maggiore.

In⁽⁵⁾ viene identificata la color texture classification come il più efficace sistema di estrapolazione dei difetti, per la valutazione dell'omogeneità e per l'etichettatura di aree simili (il problema dell'analisi di texture sarà affrontato in dettaglio in un prossimo articolo).

In⁽⁶⁾ si prende in considerazione un sistema automatico per il taglio del pellame da sottoporre a lavorazione, utilizzando una camera con obiettivo servo-controllato posta perpendicolarmente al materiale da lavorare e illuminata in controluce (che permette di riconoscere bene i bordi ma fa perdere totalmente l'informazione riguardante i difetti superficiali non passanti). In Brasile⁽⁷⁾ la classificazione delle pelli bovine e del cuoio nella fase wet-blue (il cui nome deriva dalla particolare colorazione azzurra della

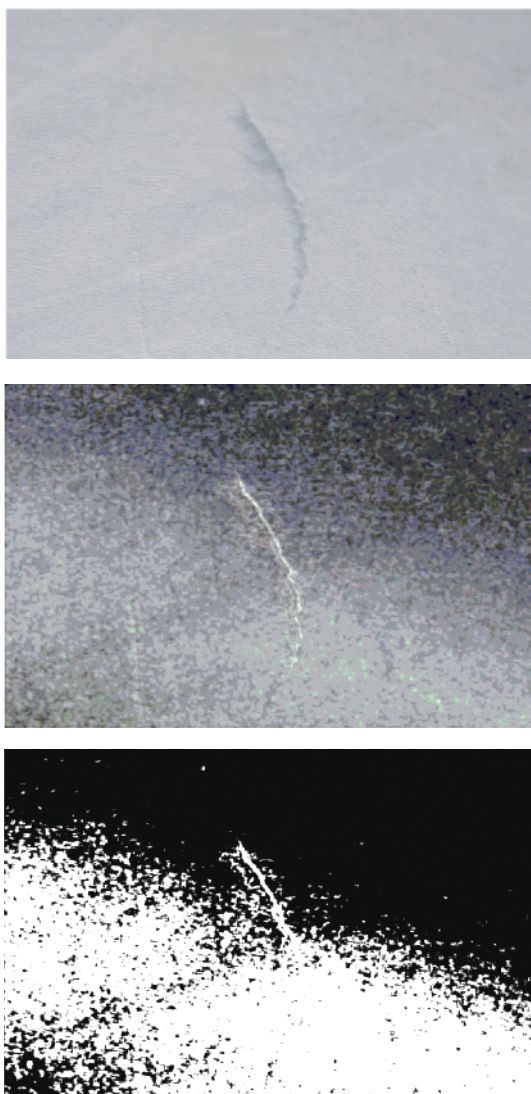


Figura 3a – Risultato di un algoritmo di analisi di texture su cicatrice.

pelle ammorbidita in un bagno con acqua e cromo) è stata affrontata usando modelli basati sull'analisi del colore e sull'analisi di texture tramite le cosiddette matrici di co-occorrenza. Ogni gruppo di ricerca tende in maniera “panglossiana” a definire la propria scelta come il migliore degli algoritmi possibili, e ovviamente vengono portate a suffragare questa affermazione molte motivazioni ma poche prove pratiche. Questo perché quando si cerca di affrontare un problema come questo spesso si perde di vista un aspetto che dovrebbe essere invece fondamentale: un riconoscimento di questo tipo non ha nessun senso se non ha una applicazione pratica, e senza un notevole database di difetti da cui attingere per provare il proprio lavoro si rischia

di incappare in errori come il cercare nell'immagine una determinata forma o una determinata variazione di tonalità.

Esempi di elaborazioni di immagini

Osservando le due immagini in Figura 3 e i relativi grafici in Figura 1 è evidente che una analisi della gamma cromatica completa in taluni tipi di immagini in cui le tre dominanti hanno un andamento pressoché coincidente come in questo caso porta pochi giovamenti e un notevole incremento della potenza di calcolo necessaria.

Lo strumento grafico mostrato in Figura 2 indica che nella particolare fase del processo conciaro wet-blue la componente cromatica dominante è evidenziata dal picco tra i valori tra 130 e 200 della scala 0 – 256. I pixel con luminosità compresa tra 130 e 150 sono relativi al difetto.

Usando una segmentazione a soglie è possibile individuare nell'immagine la ROI. L'algoritmo di sogliatura/binarizzazione che funzionava per la cicatrice, non otterrebbe invece un risultato corretto su un difetto come il marchio a fuoco preso in esame nella stessa figura (e questo non è ovviamente dipendente dalla tipologia di difetto, ma da caratteristiche che vanno al di là della sua origine). Questo fa ben comprendere perché si tenda ad orientarsi verso algoritmi più sofisticati, come mostrato in Figura 3 (c'è da tenere bene a mente che comunque “più sofisticato” non necessariamente vuol dire “migliore”). Risulta inoltre evidente l'importanza di disporre di un database di immagini per testare tali algoritmi.

La carenza di standard

Il controllo di qualità di pelli, come di altri materiali naturali, è critico a causa del grande numero di difetti riscontrabili. Lo standard ISO-2822 per la definizione dei difetti della pelle⁽⁸⁾ non è stato stilato con lo scopo di una implementazione algoritmica del riconoscimento, ma con la sola prerogativa di elencare e descrivere qualitativamente i difetti che si possono riscontrare (documento 1) per permettere di definire delle linee guida nella classificazione dei pellami (documenti 2 e 3) e non dei difetti. Quindi vengono a mancare tutte le informazioni che servono

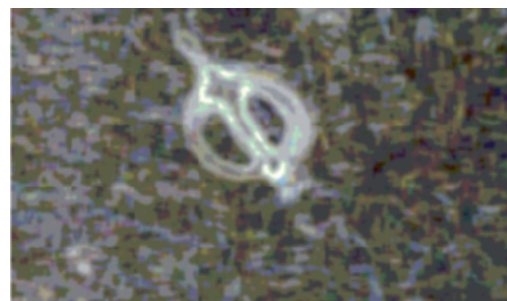


Figura 3b – Esempio di analisi delle texture su marchio a fuoco.

ai ricercatori come le dimensioni medie e le forme dei vari difetti. Stiamo lavorando per proporre una nuova classificazione che contenga le informazioni utili per sviluppatori di algoritmi di analisi dei difetti, con dati quantitativi su base statistica. Si pensi ad esempio alle molteplici forme in cui può apparire una cicatrice in base alle esperienze soggettive e alle diverse cause. Nella nostra classificazione i difetti vengono invece applicati in base all'apparenza, in modo da avere criteri “visivi” oggettivi.

Un metodo generale

Concettualmente un algoritmo di visione in questo particolare campo si sviluppa secondo fasi ben definite:

- acquisizione dell'immagine;
- individuazione delle aree di interesse e conseguente segmentazione dell'immagine per isolare i punti da analizzare;
- riconoscimento dei difetti presenti;

classificazione del pellame in base ai difetti.

Ma gli aspetti caratterizzanti l'industria conciaria sono il riconoscimento dei difetti e la loro classificazione. In conclusione la strategia da adottare per affrontare un problema di questo tipo è innanzitutto effettuare delle acquisizioni preliminari per determinare in quale fase siano più evidenti i difetti che desideriamo cercare (ricordiamo che molti difetti vengono introdotti dalla lavorazione stessa e questo spesso impedisce di avere la totale libertà in questo senso). A seguire è comodo effettuare una seconda serie di acquisizioni molto più vasta del materiale conciario nella particolare fase per cominciare ad istruire un proprio database di immagini e ordinarle in base ai difetti rilevati su di esse. Questi devono essere individuati con l'aiuto degli operatori esperti per avere un punto di partenza solido e convertire il database di immagini in un vasto database di difetti. A questo punto si inizia con l'individuazione dell'algoritmo più consono alla situazione mediante una ricerca bibliografica adeguata. Se inoltre si cercano i difetti introdotti dai propri impianti si potranno individuare delle caratteristiche tipiche analizzando le lavorazioni e cercando quindi di indirizzare il proprio lavoro utilizzando taluni algoritmi piuttosto che altri. Una volta trovata un'implementazione che sembra essere adeguata è opportuno usare il database difetti per testarla in maniera ricorsiva e verificare l'effettivo funzionamento. Dopo questa prima fase di studio si può pensare di creare un prototipo da portare sugli impianti e da far lavorare nelle condizioni effettive di processo in modo da risolvere i problemi come l'illuminazione e la gestione delle vibrazioni (poiché finora si è lavorato in condizioni ottimali). Le operazioni a seguire sono le normali operazioni di collaudo e messa in opera di un nuovo sistema che nulla hanno di nuovo e che un ingegnere ben conosce. ■

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Bibliografia

- (1) Cai Min; Han Lique; (1997); Neural Network Based Computer Leather Matching System; Intelligent Processing Systems, 1997. ICIPS '97. 1997 IEEE International Conference on Volume 1, 28-31 Oct. 1997 Page(s)377 - 380 vol.1
- (2) Z., Liut, S., Madiraju Sandy Dance, L., Kitchen, Covariance Methods In Computer Vision ; Computer Vision. and Machine Intelligence Lab (CVMIL), Department of Computer Science
- (3) Kwak, C., Ventura, J. A., & Tofang-Sazi, K. Neural network approach for defect identification and classification on leather fabric. (2000). Journal of Intelligent Manufacturing, 11(5), 485-499
- (4) M. Lanzetta, G. Tantussi 2002. Design And Development Of A Vision Based Leather Trimming Machine AMST '02, Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Manufacturing Systems and Technology, Udine (Italy), June 20th-21st, 2002
- (5) Mirmehdi, M., Petrou, M., (2000), Segmentation of Color Textures. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol 22, 2, February 2000, 142-159
- (6) J., D., Aranda Peniara, R., Alcazar, L. M., Tomàs., Balibrea, L., Munoz Lozano, R., Torres Sanchez, Inspection and Measurement Of Leather System Based On Artificial Vision Techniques Applied To The Automation And Waterjet Cut Direct Application
- (7) Pistori, H., Paraguassu, W.A., Martins, P.S., Conti, M.P., Pereira, M.A. And Jacinto, M.A., 2007. Defect Detection In Raw Hide And Wet Blue Leather, 2007, 355-360 ISO 2822-1;1998(E)